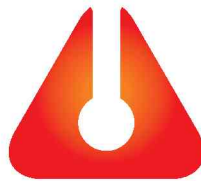


**MEDDIG ÉR A TAKARÓNK?
A MAGMAKÉPZŐDÉSTŐL A REGIONÁLIS LITOSZFÉRA
FORMÁLÓ FOLYAMATOKIG**



**6. KŐZETTANI ÉS GEOKÉMIAI
VÁNDORGYŰLÉS**

© SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék, 2015

Minden jog fenntartva

A kötetben közölt cikkekért a szerzők vállalják a szakmai felelősséget

ISBN 978-963-306-389-7

Nyomdai előkészítés és borítóterv

Jacob Péter

Nyomda

Innovariant Nyomdaipari Kft., Szeged

Felelős vezető Drágán György

6750 Algyő, Ipartelep 4.

Címlapfotó: *Átbuktatott redő a Kisbihari (Biharia) térrénum Aranyosfői-takarójában
(Pajzsi Komplexum) (Fotó: Pál-Molnár Elemér)*

**MEDDIG ÉR A TAKARÓNK?
A MAGMAKÉPZŐDÉSTŐL A REGIONÁLIS LITOSZFÉRA FORMÁLÓ
FOLYAMATOKIG**

6. Közettani és geokémiai vándorgyűlés

Szerkesztette

Pál-Molnár Elemér, Raucsik Béla, Varga Andrea

**Szegedi Tudományegyetem Ásványtani, Geokémiai és Közettani Tanszék
Szeged, 2015**

6. Kőzettani és geokémiai vándorgyűlés
2015. szeptember 10–12.

Rendezők



Szegedi Tudományegyetem Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék



Magyarhoni Földtani Társulat

A 6. Kőzettani és geokémiai vándorgyűlés helyszíne
Wine Princess Balla Géza Pincészete
Ópálos (Păuliș), Románia

A 6. Kőzettani és geokémiai vándorgyűlés tudományos bizottsága
Pál-Molnár Elemér
Raucsik Béla
Varga Andrea

A 6. Kőzettani és geokémiai vándorgyűlés szervező bizottsága
M. Tóth Tivadar
Pál-Molnár Elemér
Raucsik Béla
Rechtenwald Rudolf
Schubert Félix
Varga Andrea

Támogatók
SZTE TTIK Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék
SZTE TTIK Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport
MTA Geokémiai, Ásvány- és Kőzettani Tudományos Bizottság

Pál-Molnár Elemér Előszó	7
I. Rész Plenáris előadás	8
Harangi Szabolcs, Jankovics M. Éva, Taracsák Zoltán, Németh Károly, Sági Tamás, Kiss Balázs, Soós Ildikó, Lukács Réka, Zemeny Alíz, Pál-Molnár Elemér, Theodoros Ntaflós Bazaltok: a magmaképződéstől a vulkánkitörésig – új eredmények és perspektívák	9
II. Rész Előadások	22
Almási Enikő Eszter, Batki Anikó, Kiss Balázs, Heincz Adrián A Ditrói Alkáli Masszívum ultramafikus kumulátum kőzeteinek amfiboljai	23
Aradi László Előd, Hidas Károly, Klébesz Rita, Patkó Levente, Szabó Csaba Deformációs folyamatok nyomon követése a Stájer-medence alatti felsőköpenyben	27
Batki Anikó, Pál-Molnár Elemér, Gregor Markl Klinopiroxének petrogenetikai jelentősége a Ditrói Alkáli Masszívum kőzeteiben	28
Bencsik Attila, László Noémi, Bozsó Gábor, Bauer Márton Orfűi barlangi üledékek geokémiai és geológiai tulajdonságai	32
Bendő Zsolt, Szakmány György, Kasztovszky Zsolt, Szilágyi Szandra, Mile Viktória, Harsányi Ildikó, T. Biró Katalin, Osztas Anett, Oláh István Nagynyomású metaofiolit nyersanyagú csiszolt kőeszközök magyarországi régészeti leletanyagokban	36
Benkó Zsolt, Pécskay Zoltán A K–Ar és a ⁴⁰ Ar– ³⁹ Ar kormeghatározás: lehetőségek és korlátok	40
Biró Tamás, Kovács István János, Király Edit, Falus György, Karátson Dávid, Bendő Zsolt, Fancsik Tamás, Sándorné K. Judit „Víz” a riolitos piroklasztitok kvarcaiban	41
Dégi Júlia, Török Kálmán, Ralf Schuster Szubmikrométeres léptékű megfigyelések az Öbrennbergi Csillámpalában – három tektonikai ciklus elkülönítése	42
Fintor Krisztián, Nagy Tamás A hazai kis- és közepes aktivitású nukleáris hulladéklerakó konténer betonja hosszú távú degradációjának geokémiai modellezése	46
Fiser-Nagy Ágnes, Mészáros Előd, Varga Andrea, M. Tóth Tivadar, Schubert Félix Az Ásotthalom környéki metamorf aljzat kőzettani felépítése és átalakulási folyamatai	47
Garaguly István, Raucsik Béla, Varga Andrea, Schubert Félix A Szegedi-medence triász karbonátkőzeteinek vizsgálati eredményei	51
Gherdán Katalin, Kázmér Mikós, Weiszbürg Tamás, Szakmány György, Szabó Dániel, Fábry Nicola Povegliano-Veronese (Olaszország) kelta temető kerámiái: nyersanyagválasztás, készíttéstechnika	52
Halász-Szabó Kristóf, Raucsik Béla Az üllési terület bizonytalan korú mezozoikumai mészkő típusainak petrográfiai vizsgálata	56
Halmos László, Bozsó Gábor, Pál-Molnár Elemér A szegedi Fehér-tó szikes üledékeinek évszakos geokémiai változásai	60
Heincz Adrián László, Kiss Balázs, Almási Enikő Eszter A Ditrói Alkáli Masszívum kristályosodási körülményeinek meghatározása amfibol termobarometria segítségével	64
Horváth Zoltán, Vígh Csaba, Sári Katalin Kőzettani vizsgálatok lehetséges szerepe a közérdekű ásványi nyersanyag lelőhelyek (MINATURA 2020 projekt) kijelölésében	68
Káldos Réka, Guzmics Tibor, Váczi Tamás, Baris Adrienn, Berkesi Márta, Szabó Csaba A Kerimasi mélységi kőzeteiben található olvadékszárnyoK vizsgálata	69
Kátai Orsolya Renáta, Tóth Attila, Káldos Réka, Szabó Csaba Petrográfiai és fluidumzárvány vizsgálatok a parajdi kőszóban (Erdély, Románia)	70
Kereskényi Erika, Kristály Ferenc, Fehér Béla, Rózsa Péter Első eredmények a Herman Ottó Múzeum neolitik csiszolt kőeszközeinek archeometriai vizsgálatáról	71
Király Edit, Török Kálmán, Dégi Júlia Gránátok nyomelemvilága mórági és soproni minták alapján	75
Kis Boglárka Mercédesz, Harangi Szabolcs, Palcsu László A Csomád (Dél-Hargita) és környezetében feláramló fluidumok és gázok eredete: új eredmények és perspektívák	79
Kiss Balázs, Harangi Szabolcs, Lukács Réka, Molnár Kata, Dunkl István A Csomád magmás rendszerének működése: hosszú életű kristálykása és gyors remobilizáció	80
Kovács István János, Demény Attila, Czuppon György, Király Edit, Török Kálmán, Fancsik Tamás,	

Falus György, Sándorné K. Judit Piroxén megakristályok hidrogén izotóp összetétele és „víz”-tartalma	81
Kürthy Dóra, Szakmány György, Józsa Sándor, Szabó Géza A regőlyi kora vaskori sírhalom patics- és kerámia leletanyagának összehasonlító vizsgálati eredményei	82
Lukács Réka, Harangi Szabolcs, Olivier Bachmann, Marcel Guillong, Dunkl István, Fodor László, Soós Ildikó, Szepesi János A miocén piroklasztitok sztratigráfiája az új U-Pb cikron geokronológiai eredmények tükrében	83
M. Tóth Tivadar A metamorf aljzat fejlődése Dorozsma környékén	84
Molnár Kata, Harangi Szabolcs, Dunkl István, Lukács Réka, Kiss Balázs A Dél-Hargita vulkáni működésének geokronológiája az elmúlt másfél millió évben	88
Papp Nikoletta, Raucsik Béla A Hidegkúti Dolomit Formáció petrográfiai vizsgálata a balatonakali vízkutató fúrás rétegsora alapján	89
Péterdi Bálint, Bendő Zsolt, Szakmány György, Kasztovszky Zsolt, Szilágyi Szandra, Harsányi Ildikó, Mile Viktória, T. Biró Katalin Szerpentinit nyersanyagú csiszolt kőszközök magyarországi régészeti leletanyagokban	93
Pozsgai Emília, Józsa Sándor, Dunkl István, Hilmar von Eynatten A mecsek- és villányi-hegységi felső-triász sziliciklasztos kőzetek származáselemzése	94
Radics Tamás, Mosonyi Emília, M. Tóth Tivadar Új adatok az Álmosd környéki aljzat és a szamos sorozat metamorf kőzeteihez	98
Sági Tamás, Harangi Szabolcs, Taracsák Zoltán A közép-szlovákiai (Nógrád-Selmec) neogén-kvarter alkáli bazaltok petrogenézise	99
Sendula Eszter, Kónya Péter, Király Csilla, Szamosfalvi Ágnes, Kovács István János, Szabó Csaba, Falus György Petrográfiai vizsgálatok jelentősége a geokémiai modellezés során	100
Soós Ildikó, Harangi Szabolcs, Lukács Réka, Németh Károly, Theodoros Ntafllos A pulai alginít rétegsorban található tefra rétegek	101
Szakmány György, Bendő Zsolt, Józsa Sándor, Kasztovszky Zsolt, Szilágyi Veronika, Maróti Boglárka, Szilágyi Szandra, Starnini Elisabetta, Horváth Ferenc Hornfels nyersanyagú csiszolt kőszközök magyarországi régészeti leletanyagokban	102
Sebényi Géza, Gaburi Imre Új földtani vizsgálatok a Lahócában — geokémiai eredmények	106
Szemerédi Máté, Varga Andrea, Lukács Réka, Schubert Félix, Pál-Molnár Elemér Cirkon vizsgálatok a Gyűrűfű Riolit Formáció felszíni feltárásainak kőzetanyagából (Nyugati-Mecsek)	110
Szepesi János, Papp István, Kovács-Pálffy Péter, Gönczy Sándor Savanyú lávafaciesek termogravimetriai vizsgálata: régi módszer, új eredmények	111
Szepesi János, Lukács Réka, Soós Ildikó, Harangi Szabolcs Nagy vastagságú piroklasztit sorozat vulkanológiai újraértelmezése a Tokaji-hegység északi részén	112
Taracsák Zoltán, Harangi Szabolcs, Molnár Gábor Olvadási oszlop modellezéssel történő litoszféravastagság-becslés intrakontinentális bazaltvulkáni területeken	113
Vígh Csaba, Harangi Szabolcs, Gerhard Wörner A hazai miocén mészkáli vulkanitokban előforduló magmás és metamorf gránátok zónásságának vizsgálata	117
Walter Heléna Vas-alkáli halogén metasomatózis nyomai az NWA-2086 CV3-as kondrit Ca-Al-gazdag zárvényaiban	118
Zelenka Tibor, Márton Emő, Pécskay Zoltán A Tokaji-hegység neogén vulkáni fejlődéstörténete; a paleomágneses, a radioaktív kor és a földtani - kőzettani, vulkanológiai vizsgálati adatok összehasonlításával	122
Zelenka Tibor, Kertész Botond Tállya andezitbánya szüllyesztői szintjén előforduló andezitpusok kőzettani és ásványtani jellemzése	126
III. Rész Kirándulásvezető	127
Raucsik Béla, Varga Andrea Meddig ér a takarónk? – Terepbejárás a Maros völgyében	128
Névmutató	148

A DITRÓI ALKÁLI MASSZÍVUM ULTRAMAFIKUS KUMULÁTUM KÖZETEINEK AMFIBOLJAI

Almási Enikő Eszter¹, Batki Anikó^{1,2}, Kiss Balázs², Heincz Adrián László¹

¹ Szegedi Tudományegyetem Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék Vulcano Kutatócsoport, Szeged

² MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport, Budapest

e-mail: almasieniko@geo.u-szeged.hu

1. Bevezetés

A magmák eredetének és fejlődésének feltárásában fontos szerepet játszanak a mafikus és az ultramafikus kumulátumok (pl. Azzone et al., 2013; Davidson et al., 2007; Tiepolo et al., 2011, 2012 stb.). Az amfibol kumulátumoknak jelentős szerepük van a magma kémiai összetételének és illó tartalmának alakulásában a magmás differenciáció során (pl. Davidson et al., 2007; Laracque, Canil, 2010).

A Ditrói Alkáli Masszívum [DAM] ultramafikus kőzeteinek egyik leggyakoribb kőzetalkotó ásványa az amfibol (Morogan et al., 2000; Pál-Molnár, 2000). Az amfibolok összetételének változásán keresztül nyomon követhetjük a magmafejlődés folyamatait és körülményeit, mivel az amfibol kémiai összetétele érzékeny a magmás változókra (hőmérséklet, nyomás, redox viszonyok, illótartalom és az olvadék összetétele; Backmann, Dungan, 2002; Rutherford, Hill, 1993; Ridolfi et al., 2010). A magmatározó rendszer megismerésében és a magmafejlődés körülményeinek számszerűsítésében az amfibol összetételén alapuló termobarométerek fontos információkat szolgáltatnak (pl. Anderson, Smith, 1995; Ridolfi et al., 2010).

A DAM ultramafikus kőzetek amfiboljainak vizsgálata a primér olvadék összetételének feltárásával közelebb visz a masszívum keletkezési körülményeinek megismeréséhez, pontosításához.

2. Földtani háttér

A Ditrói Alkáli Masszívum a Keleti-Kárpátok déli részén helyezkedik el, mezozoos magmás komplexum. A masszívum felszínen látható részének átmérője ÉNy-DK irányban 19 km, DNY-ÉK irányban 14 km, területe a határvonalakkal együtt megközelítőleg 200 km². Keletkezése a középső triász Meliata-Hallstatt óceán kinyílásához köthető (Bagdasarian, 1972; Pál-Molnár, Árva-Sós 1995; Dallmeyer et al., 1997; Batki et al., 2004; Batki, Pál-Molnár, 2005, 2006; Hoeck et al., 2009; Pál-Molnár, 2010a; Pál-Molnár, 2015a). Kora K/Ar koradatok alapján 196±6 (Bagdasarian, 1972), illetve 216±8,8 és 237±9,1 millió év (Pál-Molnár, Árva-Sós, 1995), valamint ⁴⁰Ar/³⁹Ar 231,5±0,1 és 227,1±0,1 millió év (Dallmeyer et al., 1997) és U/Pb koradatok alapján 229,6±1,7/-1,2 millió év (Pană et al., 2002).

A DAM kőzettanilag nagyon változatos: ultramafikus kőzetek (hornblenditek), gabbrók, dioritok, monzodioritok, monzonitok, monzoszenitok, szienitok, nefelinszenitok, kvarcszenitok, alkáliföldpát szienitok, gránitok és ezeket átszelő lamprofir és tinguitait telérek építik fel.

A DAM hornblenditjei kumulátumok, a kumulátumokra jellemző szerkezeti és szöveti bélyegeket mutatják (Pál-Molnár et al., 2015b).

Az ultramafikus kumulátumok a masszívum ÉNy-i részén – a Csibi Jakab-patak és a Tászkok-patak között – gabbrókkal és dioritokkal együtt (Tarnița Komplexum; Pál-Molnár, 1992, 1994a, 2000, 2010b) bukkannak a felszínre (Pál-Molnár, 1994b, 1995). A

kumulátumok a gabbrókban és dioritokban lencse alakban vagy tömbökben jelennek meg (1. ábra). Az ultramafikus kőzetek mérete néhány cm-től több 100 méterig terjedhet.



1. ábra – A Ditrói Alkáli Masszívum hornblenditjeinek megjelenése a Tarnița Komplexumban (Pietrăriei de Sus-patak, Orotva)

3. Analitikai módszerek

A kőzetmintákat a masszívum É-i részéről (Tarnița Komplexum), a Csibi Jakab-, Pietrăriei de Jos-, Pietrăriei de Sus-, Tarnița de Jos-, Tarnița de Sus-, Orotva-, Fülöp- és Éles-patak völgyéből

gyűjtöttük.

Az egyes ásványfázisok (amfibol, klinopiroxén, földpát, olivin, titanit, biotit) főelem kémiai összetételének meghatározása a Berni Egyetemen történt Cameca SX-50 típusú elektronmikroszondával, természetes standardok segítségével. A gyorsítófeszültség 15 kV, míg a mintaáram 20 nA volt. Az ortopiroxének főelem kémiai összetételének meghatározását JEOL 8900 típusú elektronmikroszondával (természetes standardok segítségével) a Tübingeni Egyetem Földtudományok Tanszékén végeztük. A gerjesztési feszültség 20 kV, míg az áramerősség 20 nA volt.

Az egyes ásványfázisok összetételét (amfibol, orto- és klinopiroxén) 350 vonalmenti méréssel határoztuk meg (az amfibolok esetében a pontok közötti távolság 10 µm, míg a piroxének esetében 50, illetve 100 µm volt). Hat minta főelem geokémiai összetételét a Stockholmi Egyetem Geológia Tanszékén Finnigan MAT Element

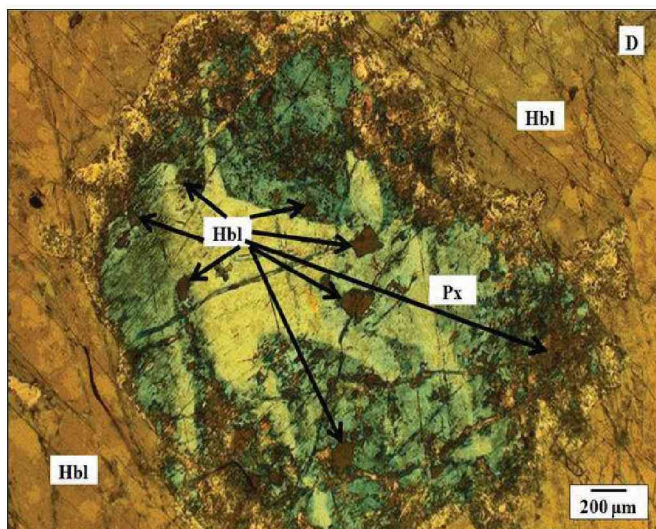
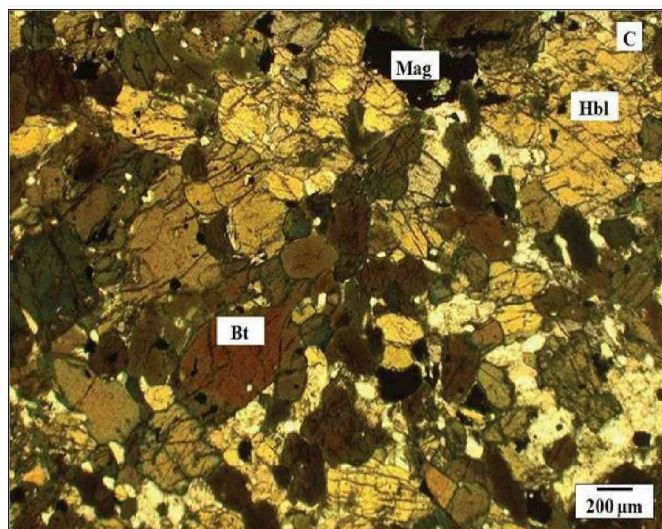
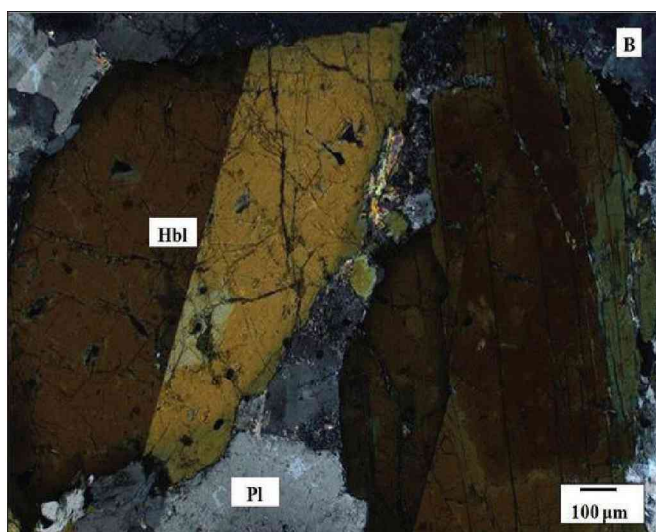
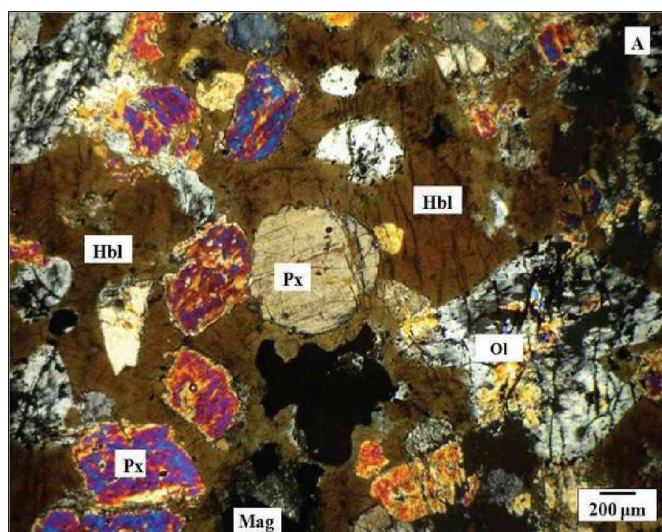
geokémiai összetételének meghatározása (ICP emissziós spektrométer, ICP tömeg spektrométer) a kanadai ACME Labs-ban történt.

4. Petrográfia és ásványkémia

Az ultramafikus kőzetek (hornblenditek) fekete színűek, holokristályosak és irányítatlan szövetűek, modális összetételüknek akár 90%-át amfibolok alkotják.

Négyféle kőzetváltozatban jelennek meg: olivin-piroxén hornblendit, piroxén hornblendit, plagioklász tartalmú piroxén hornblendit és hornblendit. Szövetük poikilites, rétegzetek, durva és közep-szemcsések. A kőzetváltozatok ásványos összetétele hasonló, az ásványok mennyiségükben különböznek. Fő kőzetalkotó ásványai az olivin, piroxén, amfibol, biotit és plagioklász földpát.

Akcesszórius elegyrészek: titanit, apatit, opak ásványok (mag-



2. ábra – A Ditrói Alkáli Masszívum ultrabázikus kumulátumában megjelenő amfibolok vékonycsiszolati képei (a rövidítések Whitney és Evans (2010) alapján történtek)

A. Interkumulusz amfibol olivin-piroxén hornblenditben; B. Kumulusz amfibol makrokristályok hornblenditben; C. Kumulusz amfibol mikrokristályok hornblenditben; D. Amfibol zárványok klinopiroxénben, amelyet kumulusz amfibol makrokristály zár magába.

tömeg spektrométer segítségével (HR-ICP-MS módszerrel), míg a nyomelem és ritkaföldfém elemzéseket Varian Vista AX spektrométerrel, ICP-AES módszerrel végeztük. Nyolc db kőzetminta fő- és nyomelem geokémiai összetételének meghatározása az Edinburghi Egyetem Földtudományok Iskolájában, Panalytical PW2404 hullámhosszdiszperzív XRF-fel történt. Három minta fő- és nyomelem

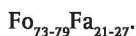
netit és ilmenit) és ritkán kalcit

A kumulátumot két összetevő alkotja: a kumulált fázis (az angol cumulus crystal kifejezés után a továbbiakban kumulusz kristály), amely a kumulátum vázát alkotó saját alakú kristályok csoportja, illetve a kumulált ásványok térközi ásványfázisa (a további használatban az angol intercumulus crystal után interkumulusz kristály),

amely a szemcseközi térben kristályosodott xenomorf ásványok összessége (Irvine, 1982; Wager et al., 1960).

A DAM ultrabázikus kőzeteiben a kumulusz fázist az olivin, piroxén, amfibol, míg az interkumulusz fázist az amfibol, biotit és plagioklász földpát képviseli. Ezek a kőzetek adkumulátumok és mezokumulátumok, az interkumulusz amfibol és a plagioklászok aránya 0–11% között változik.

Az olivin lekerekített, xenomorf, nagymértékben szerpentinisedett. Csak az olivin-piroxén hornblenditeken fordul elő, összetétele:



Az ortopiroxén xenomorf, szintén lekerekített, erősen töredezett és mállott. A kristályok körül 40–50 µm vastagságú finomszemcsés reakció perem található, amelyet döntően talk, kevés plagioklász földpát, illetve kis mennyiségben magnetit alkot. A reakcióperem az ortopiroxén H₂O-ban gazdag hornblendit kumulátummal való érintkezése során alakulhatott ki (pl. Eggleton, Boland, 1982). Az ortopiroxén nem-egyensúlyi szöveti jellemzői xenokristály eredetét bizonyítják, valószínűleg a magma felemelkedése során, kéreg körülmények között, a mellékkőzetből került a kumulátumokba. Összetétele Morimoto (1988) osztályozása alapján ensztatit (Wo₂₋₃En₆₇₋₆₉Fs₂₉₋₃₀).

A klinopiroxén idiomorf és hipidiomorf, rövid prizmák formájában jelenik meg. Összetételét tekintve a kristályok magja diopszid (Wo₄₆₋₆₈En₂₃₋₄₂Fs₉₋₁₈), míg a pereme augit (Wo₂₈₋₄₄En₅₄₋₆₅Fs₁₃₋₃₃).

A plagioklász albit és oligoklász összetételt mutat (Ab₆₂₋₉₈Or₀₋₁₄An₂₋₂₄).

A biotit kémiai összetétele alapján sziderofillit és annit közötti átmenetet tükröz.

Az amfibol a DAM ultrabázikus kumulátumának fő kőzetalkotó ásványa, változó mennyiségben (38–91 tf%) fordul elő. Leake és munkatársai (1997) és Hawthorne és munkatársai (2012) osztályozási kritériumai alapján a kumulátum amfiboljai kalcium amfibolok, magneziohastingsit, pargazit, ferropargazit és kaersutit összetétellel.

A változó összetételű amfibolok egyaránt megjelennek interkumulusz kristályként és kumulusz kristályként is a DAM hornblenditeiben.

Az interkumulusz amfibol körbeveszi a lekerekített olivin és piroxén kristályokat (2.A ábra). A kumulusz amfibol a hornblenditeken nagyméretű (1–11 mm), idiomorf vagy hipidiomorf prizmás, illetve oszlopos makrokristály (2.B ábra) és kisebb méretű (150 µm) mikrokristály formájában (2.C ábra) jelenik meg.

A kumulusz amfibol kristályok apatit, magnetit és titanit zárványokat tartalmaznak. Ritkán az amfibol a piroxénben repedések mentén zárványként jelenik meg (2.D ábra).

Néhány esetben az amfibolok peremi részein klorit és/vagy epidot átalakulás látható. Ritkán a peremeken aktinolitoidosodás is észrevehető.

Az interkumulusz amfibolok átlagosan nagyobb MgO-(14,17%) és kisebb FeO_T-(10,21%) tartalommal rendelkeznek, mint a kumulusz amfibolok (MgO: 10,24% és FeO_T: 15,22%). A zárványként megjelenő amfibolok összetétele hasonló a kumulusz amfibolokéhoz. A kumulusz amfibol kristályokon 10 µm-ként vonalmenti (perem-mag-perem) mérések készültek. Kémiai sztratifrágiájuk alapján a kumulusz amfibolok között vannak homogén (pargazit vagy kaersutit) és zónás kristályok (magneziohastingsit-kaersutit-magneziohastingsit) is. A zónás amfibol kristályokban a magtól a perem irányába FeO növekedés és TiO₂ csökkenés jellemző. A homogén kristályok egymáshoz képest eltérő Al₂O₃ tartalmat mutatnak.

5. Kőzetgeokémia

A DAM ultrabázikus kumulátum kőzetei alkáli jellegűek, nagyrészt metalumíniosak és káliumban gazdagok. Alumínium telítettség indexük (ASI=Al₂O₃/(CaO+Na₂O+K₂O) nagy változatosságot mutat, 0,5–1,0 között változik (metalumínios jellegű). A kőzetek miaszkitosak ((Na₂O+K₂O)/Al₂O₃=0,18–0,63).

A hornblenditek inkompatibilis nyomelem arányaik alapján lemezen belüli eredetet mutatnak (Ba/Nb=3,73–10,84). A kumulátumok lemezen belüli eredetét Morogan et al. (2000), Batki és munkatársai (2014) és Pál-Molnár és munkatársai (2015b) eredményei is alátámasztják.

6. Disszkuszió

Az amfibol jól használható a kristályosodási folyamatok rekonstrukciójához, mivel érzékenyen reagál a kristályosodási körülmények változására és megjegyzi a magmakamrában végbement folyamatokat. Összetételét nagyban befolyásolja a magma kémiai összetétele, a kristályosodási körülmények (nyomás, hőmérséklet, oxigén és víz fugacitás), valamint a vele együtt kristályosodó ásványfázisok (pl. Johnson, Rutherford, 1989; Bachmann, Dungan, 2002; Ridolfi et al., 2010; Krawczynski et al., 2012).

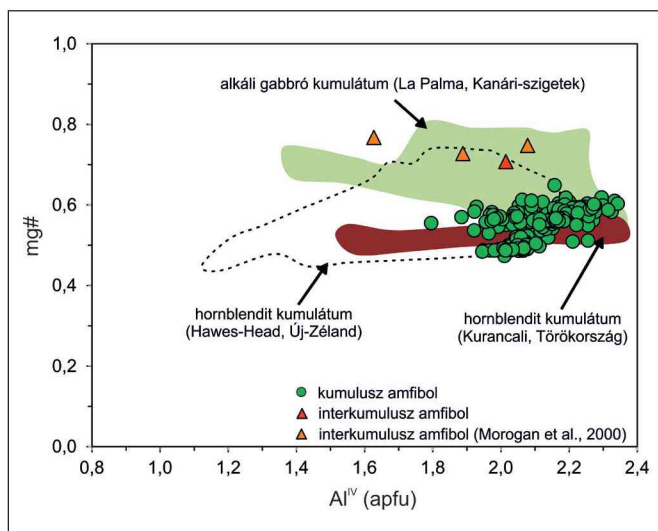
A DAM kumulátum amfiboljaira az alkáli rendszerekre kalibrált termobarométert (Ridolfi, Renzulli, 2012) használtuk, amely az előzetes kutatások során a legmegfelelőbbnek bizonyult (Pál-Molnár et al., 2015b).

A plagioklász tartalmú, piroxén hornblenditek és hornblenditek kumulusz amfiboljai azt mutatják, hogy 6–8 kbar (600–800 MPa) nyomás értékek között jöttek létre. Az olivin-piroxén hornblendit interkumulusz amfiboljai 7–8 kbar kristályosodási nyomást mutatnak. Az amfibol típusok között nincs különbség, mind a kaersutitok, mind a magneziohastingsitok, pargazitok és ferropargazitok hasonló keletkezési nyomás értékeket jeleznek.

A DAM kumulátum kőzetek amfiboljainak keletkezési hőmérsékletének meghatározására három különböző termométert használtunk (Fémenias et al., 2006; Ridolfi et al., 2010; Ridolfi, Renzulli, 2012). A számolt képződési hőmérséklet értékek a magneziohastingsit, pargazit és ferropargazit esetében közel megegyeznek (997–1050 °C), míg a kaersutitoknál az amfibolba épülő több Ti-tartalom miatt Fémenias és munkatársai (2006) termométere magasabb (950–1140 °C) értékű. Egyes esetekben a termométerrel számolt kaersutit értékek (1163–1175 °C) jóval meghaladják az amfibolok képződési hőmérséklet határát bazalt és bazalt-andezites rendszerekben (1050 °C, Barclay, Carmichael, 2004; Krawczynski et al., 2012), ami nem fogadható el.

A kőzettípusok amfiboljainak keletkezési hőmérséklet értékei között nincs különbség. A plagioklász tartalmú piroxénos hornblendit és hornblendit kumulusz amfiboljai, illetve az olivin-piroxén hornblendit interkumulusz amfiboljai is hasonló képződési hőmérsékleti értékeket mutatnak (kumulusz amfibol 900–1050 °C, interkumulusz amfibol 950–1000 °C).

Ridolfi és Renzulli (2012) összefüggését használva meghatározható az amfibolt létrehozó olvadék víztartalma. A DAM kumulátumának interkumulusz amfiboljai az mutatják, hogy 6–7 t% H₂O-t, míg a kumulusz amfibolok 5–8 t% H₂O-t tartalmazó olvadékból kristályosodtak ki. A kaersutitok valamivel kisebb (5–7 t%) H₂O-tartalmú olvadékokat képviselnek, mint a többi amfibol típus (magneziohastingsit, pargazit, ferropargazit, 6–8 t% H₂O).



3. ábra – A Ditrói Alkáli Masszívum kumulátumában lévő amfibolok AlIV vs mg# diagramja

Összehasonlításként feltüntetettük a törökországi Kurancali hornblendit kumulátum (Toksoy-Köksal, Oberhaensli, 2009), a La Palma kanári-szigeteki alkáli gabbró kumulátum (Neumann et al., 2000) és az új-zélandi Hawes Head hornblendit kumulátum (Daczko et al., 2014) amfibol adatait is.

A gránátok hiánya a kőzetekben arra utal, hogy a kristályosodás a gránát stabilitásánál kisebb nyomáson zajlott, az olvadék víztartalma kevesebb volt, mint 8 t% (Alonso-Perez et al., 2009).

A DAM kumulátumának amfiboljai hasonlóságot mutatnak olyan lemezen belüli hornblendit kumulátumokkal, amelyek H₂O-ban gazdag magmából kristályosodtak (Hawes Head, Új-Zéland Daczko et al. 2014; Kurancali, Törökország, Toksoy-Köksal, Oberhaensli, R., 2009), valamint olyan alkáli gabbró kumulátumokkal, amelyek lemezen belüli környezetben, alkáli mafikus olvadékokból frakcionációs kristályosodás útján keletkeztek (La Palma, Kanári-szigetek, Neumann et al., 2000; Graciosa, Azori-szigetek, Portugália, Larrea et al., 2014) (3. ábra).

7. Következtetések

A DAM ultrabázikus kumulátumában négy közettípus (olivín-piroxén hornblendit, piroxén hornblendit, plagioklász tartalmú, piroxén hornblendit és hornblendit) különböztethető meg, amelyeket hasonló összetételű amfibolok építenek fel. Az amfibol a kumulátumokban mind kumuluszként, mind interkumuluszként megjelenik. Összetételüket tekintve az amfibolok pargazitok, ferropargazitok, magneziohastingsitok és kaersutitok.

Az amfibol kémiai összetételéből keletkezési nyomás és hőmérsékleti értékeket számoltunk ki. Az amfibolok képződési nyomás és hőmérséklet értékei között nem mutatkozik különbség. Mind az interkumulusz, mind a kumulusz amfibolok ugyanolyan keletkezési körülmények között jöttek létre 5-9 kbar nyomáson és 900-1050 °C hőmérsékleten, feltehetőleg középső-alsó kéreg régióban.

A DAM amfibol-gazdag ultramafikus kumulátuma a szülőmagma frakcionációs kristályosodása során, a frakcionálódott kristályok akkumulálódásával keletkezett, középső-alsó kéreg régióban, vízben gazdag alkáli mafikus olvadékból, lemezen belüli környezetben.

Irodalomjegyzék

- Alonso-Perez, R., Müntener, O., Ulmer, P. (2009): Contribution to Mineralogy and Petrology, **157**, 541–558.
- Azzone, R.G., Enrich, G.E.R., Gomes, C. de B., Ruberti, E. (2013): Journal of South American Earth Sciences, **41**, 5–21.
- Bachmann, O., Dungan, M.A. (2002): American Mineralogist, **87/8–9**, 1062–1076.
- Bagdasarian, G.P. (1972): Studii și cercetări geologice, geofizică și geografie, Seria Geologie, **17/11**, 13–21.
- Barclay, J., Carmichael, I.S.E. (2004): Journal of Petrology, **45**, 485–506.
- Batki, A., Pál-Molnár, E., Bárdossy, A. (2004): Acta Mineralogica Petrographica, **45/2**, 21–28.
- Batki, A., Pál-Molnár, E. (2005): Geolines, **19**, 20–22.
- Batki, A., Pál-Molnár, E. (2006): Mineralogia (Mineralogia Polonica), **28**, 22–24.
- Batki, A., Pál-Molnár, E., Dobosi, G., Skelton, A. (2014): Lithos, **200–201**, 181–196.
- Dallmeyer, D.R., Kräutner, H.G., Neubauer, F. (1997): Geologica Carpathica, **48**, 347–352.
- Davidson, J., Turner, S., Handley, H., Macpherson, C., Dosseto, A. (2007): Geology, **35/9**, 787–790.
- Daczko, N.R., Erasm, S., Allibone, A.H., Turnbull, I.M. (2012): Journal of Geology and Geophysics, **55/4**, 361–374.
- Eggleton, R.A., Boland, J.N. (1982): Clays and Clay Minerals, **30/1**, 11–20.
- Hoeck, V., Ionescu, C., Balintoni, I., Koller, F. (2009): Lithos, **108**, 151–171.
- Irvine, T.H. (1982): Journal of Petrology, **23/2**, 127–162.
- Johnson, M.C., Rutherford, M. J. (1989): Geology, **17**, 837–841.
- Krawczynski, M., Grove, T., Behrens, H. (2012): Contribution to Mineralogy and Petrology, **164/2**, 317–339.
- Larrea, P., Galé, C., Ubide, T., Widom, E., Lago, M., França, Z. (2014): Journal of Petrology, **55/11**, 2125–2154.
- Morogan, V., Upton, B.G.J., Fitton J.G. (2000): Mineralogy and Petrology, **69**, 227–265.
- Laracque, J., Canil, D. (2010): Contributions to Mineralogy and Petrology, **159**, 475–492.
- Neumann, E.R., Sørensen, V.B., Simonsen, S.L., Johnsen, K. (2000): Journal of Volcanology and Geothermal Research, **103**, 313–342.
- Pál-Molnár, E. (1992): Acta Mineralogica-Petrographica, **33**, 67–80.
- Pál-Molnár, E. (1994a): Acta Mineralogica-Petrographica, **34**, 95–109.
- Pál-Molnár, E. (1994b): MTA SZAB Competition, Manuscript, 2–45.
- Pál-Molnár, E. (2000): Department of Mineralogy, Geochemistry and Petrology, University of Szeged, Szeged, 172 p.
- Pál-Molnár, E. (2010a): In: Szakáll, S., Kristály, F. (Eds.): Sepsiszentgyörgy; Csíkszereda, 33–43.
- Pál-Molnár, E. (2010b): In: Szakáll, S., Kristály, F. (Eds.): Sepsiszentgyörgy; Csíkszereda, 63–88.
- Pál-Molnár, E., Árvai-Sós, E. (1995): Acta Mineralogica-Petrographica, **36**, 101–116.
- Pál-Molnár, E., Batki, A., Ódri, Á., Kiss, B., (2015a): Geologia Croatica, **68/1**, 51–66.
- Pál-Molnár, E., Batki, A., Almási, E., Kiss, B., Upton, B.G.J., Markl, G., Odling, N. (2015b): in press.
- Pană, D., Balintoni, I., Heamen, L., Creaser, R. (2002): Geologica Carpathica, **53**, Special Issue: 177–180.
- Ridolfi, F., Renzulli, A., Puerini, M. (2010): Contribution of Mineralogy and Petrology, **160**, 45–66.
- Ridolfi, F., Renzulli, A. (2012): Contributions to Mineralogy and Petrology, **163**, 877–895.
- Rutherford, M.J., Hill, P.M. (1993): Journal of Geophysical Research: Solid Earth, **98/B11**, 19667–19685.
- Tiepolo, M., Tribuzio R., Langone, A. (2011): Journal of Petrology, **49**, 937–970.
- Tiepolo, M., Langone, A., Morishita, T., Yuhara, M. (2012): Journal of Petrology, **53/6**, 1255–1285.
- Toksoy-Köksal, F., Oberhaensli, R. (2009): Mineralogy and Petrology, **95**, 273–290.
- Wager, L.R. (1960): Petrology, **1**, 364–98.
- Whitney, D.L., Evans, B.W. (2010): American Mineralogist, **95**, 185–187.